

*Mayo / Junio de 2000*

*Vol. XXXVIII  
Número 226*

*Editorial*

*Influencia de la inversión pública  
sobre la productividad en México*

Eduardo Rodríguez Montemayor  
*página 1*

*La guerra de las encuestas electorales  
y el debate de los cibersondeos*

Jesús Rubio Campos  
*página 6*

*El impacto del impuesto al capital  
sobre el crecimiento económico*

Erick Cárdenas Rodríguez  
*página 10*

*Reflexiones económicas sobre el  
Programa de Desarrollo Informático*

Gilberto Ramírez Garza  
*página 16*

*Índice de precios al consumidor  
correspondiente a abril y mayo, 2000*  
*página 24*

# Entorno Económico

# **I**nfluencia de la inversión pública sobre la productividad en México\*

Eduardo Rodríguez Montemayor\*\*

Alumno  
Facultad de Economía, UANL

*El objetivo de esta investigación es tratar de cuantificar el efecto de la inversión pública sobre la producción agregada en México. El periodo de referencia es de 1970 hasta 1990, y se utilizó un método similar al propuesto por Aschauer (1989) y Munell (1990), el cual se aplicó para la economía estadounidense.*

*Basados en la teoría económica, sabemos que la provisión del capital público ayuda a mejorar la eficiencia del capital y del trabajo, esto a través de aumentos en sus productividades marginales.*

*Además, otro aspecto importante es que se de una provisión eficiente de los bienes públicos de acuerdo a las necesidades de la sociedad. De acuerdo con la teoría de finanzas públicas, una provisión eficiente de un bien público puro se da cuando el precio de este bien es igual a la suma de los deseos marginales relativos de los bienes públicos a los bienes privados de los individuos (condiciones de eficiencia de Samuelson).*

## **Introducción**

En el caso de México, se han realizado varias investigaciones acerca de este tema. Por ejemplo, Tijerina Guajardo [1995] encuentra que la inversión pública en México se ubica en un nivel óptimo según sus estimaciones, basándose en un modelo de crecimiento económico. Por otra parte, el Banco Mundial, en su *Country Economic Memorandum* de 1998, dedicado a México, sugiere que el capital público podría estar subprovisto, debido al decremento tendencial de la inversión gubernamental que se ha observado desde la década de los ochenta - explicado en parte, por la privatización de diversas empresas paraestatales.

El aspecto de si la provisión de los bienes públicos es óptima o no, está fuera del alcance del presente análisis. Sin embargo, el estudio del impacto del capital público sobre la producción no pierde relevancia a pesar de la controversia, por lo que ésta investigación tiene la finalidad de cuantificar este punto y realizar algunas conclusiones, con base en la evidencia empírica y con ayuda de algunos métodos estadísticos.

## **Marco Teórico.**

El presente análisis se centra en una función agregada de producción:

$$Y_t = A_t * f(N_t, K_t, G_t), \quad (1)$$

donde  $Y_t$  = medida de la producción real agregada de bienes y servicios,

$N_t$  = empleo agregado,

$K_t$  = stock agregado de capital privado,

$A_t$  = medida de la productividad del cambio tecnológico Hicks-neutral, y

$G_t$  = flujo de servicios del capital público.

---

\*Esta investigación recibió el Premio "Luis Donaldo Colosio", 1999.

\*\*El autor es alumno del octavo semestre de la Licenciatura en Economía, Facultad de Economía, UANL.

Para esta investigación se asume que los servicios del capital público son proporcionales a la inversión pública, es decir, la inversión pública puede ser tomada como una variable proxy al stock de capital público.

Se supone además, una forma generalizada del tipo Cobb-Douglas para la función de producción, que en su forma logarítmica queda:

$$y_t = a_t + e_N * n_t + e_K * k_t + e_G * g_t, \quad (2)$$

donde las variables en minúsculas son los logaritmos naturales de las variables en mayúsculas y  $e_i$  = a la elasticidad de la producción con respecto a las variables  $i = N, K, G$ .

Suponemos que los rendimientos de la función de producción sobre todos los insumos son constantes, es decir, que la suma de las elasticidades es igual a uno. Por otro lado, una implicación de la forma funcional de la Cobb-Douglas, es que restringe a que la elasticidad de sustitución de los factores sea igual a  $-1$ . Esto significa que cuando el precio relativo del capital baja, entonces el uso del capital con relación al trabajo aumenta en igual proporción a la magnitud del cambio en el precio relativo en equilibrio.

Se ha dicho antes que la inversión pública puede incrementar las productividades marginales de los factores privados.

Una manera de describir esto es suponiendo que la inversión pública afecta directamente a las elasticidades del trabajo y el capital. Si suponemos que los rendimientos entre el trabajo y el capital son constantes, es decir, que sus elasticidades suman uno, entonces, es posible obtener el incremento en las elasticidades de los factores privados dado el gasto público por unidad de producto ( $G/Y$ ), esto es el gasto que se realiza por cada bien que se produce, lo cual implica que los beneficios que otorga el capital público se distribuyen entre los insumos privados.

Por lo tanto, si incorporamos el supuesto de que

el gasto público afecta la productividad total de factores por igual, nuestra ecuación original se modifica a:

$$y_t = a_t + a * n_t + b * k_t + g * (g_t - y_t), \quad (3)$$

donde  $a + b = 1$ .

Entonces, es fácil demostrar que esta ecuación es equivalente a:

$$y_t = 1/(1+g) a_t + a/(1+g) * n_t + b/(1+g) * k_t + g/(1+g) * g_t, \quad (4)$$

Esta ecuación presenta rendimientos constantes a escala en todos sus factores, dado el supuesto de gasto por unidad de producto. Además, si suponemos también rendimientos constantes en la ecuación (2), podemos encontrar las siguientes relaciones:

$$g = e_G / (1 - e_G), \quad (5)$$

$$a = e_N(1 + g), \quad (6)$$

$$b = e_K(1 + g), \quad (7)$$

Vemos que la aportación del capital público a los factores privados viene dada por el factor  $(1 + g)$ .

## Especificación de las variables utilizadas.

### *PIB total*

El PIB total se calculó como la multiplicación del PIB per cápita real, que reportan los datos de las Penn World Tables 5.6, por la población total, que se reporta en el Global Development Finance & World Development Indicators. Esta variable esta medida en dólares constantes deflactada por un índice de precios mundial con año base de 1985.

### *Número de trabajadores*

El número de trabajadores que se utiliza en este trabajo es el que se reporta en un estudio que realizaron Easterly & Ross [1999], quienes desarrollaron estimaciones acerca de la evolución de esta variable.

### *Stock de capital privado*

El stock de capital se calculó como la multiplicación del stock de capital real por trabajador, que se reporta en los datos de las Penn World Table 5.6, por el número de trabajadores, que se reporta en Easterly & Ross [1999]. Esta variable esta medida en dólares constantes deflactada por un índice de precios mundial con año base de 1985.

### *La inversión pública*

La inversión pública se obtuvo de *Public Sector Deficits and Macroeconomic Performance*. (Apéndice Estadístico), de Easterly, Rodríguez, y Schmidt-Hebbel [1994]. Esta variable originalmente estaba como porcentaje del PIB total, por lo que fue relativamente fácil obtener las cantidades absolutas. Así, la inversión pública esta medida en dólares constantes deflactados por un índice de precios mundial con año base de 1985.

De esta manera se construyó la base de datos necesaria para llevar a cabo la investigación. Hay que mencionar que las variables PIB total, stock de capital e inversión pública están medidas en una misma moneda (dólares), además de que están deflactadas por el mismo índice de precios mundiales con año base de 1985.

### **Metodología.**

Dentro de la especificación del modelo empírico que tratamos de probar, se utilizó el modelo determinístico descrito anteriormente por la ecuación (1), añadiéndole un término estocástico de error (*white noise*) exponencial que cumple con las condiciones clásicas (i.e, se distribuye normal e idénticamente independiente con media cero y varianza constante), por lo que al tomar logaritmos naturales en ambos lados de la ecuación nos queda de la siguiente manera:

$$y_t = a_t + e_N * n_t + e_K * k_t + e_G * g_t + e_t, \quad (8)$$

Las derivadas parciales del logaritmo natural de  $Y_t$  con respecto al logaritmo de cualquiera de los

argumentos nos indican las elasticidades producto de los factores.

En primera instancia se estimó el modelo (8) por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), sin embargo, las estimaciones presentaban ciertas anomalías y no eran del todo convincentes.

Se hicieron las pruebas estadísticas de rutina para ver si los datos no presentaban problemas, en donde se encontró que no existía heterocedasticidad.

En cuanto a la autocorrelación, el estadístico Durbin-Watson no revela con certeza si existe este problema, puesto que su valor de 1.47 cae en la zona indefinida de la prueba.

Después de realizar las pruebas pertinentes, como son la medida de los índices de condición y las proporciones de varianza, se encontró que existían problemas importantes de multicolinealidad, por lo cual, para corregir este problema, se consideraron dos métodos alternativos, (1) el método de las componentes principales y (2) la estimación Ridge.

La regresión Ridge es un método mecánico que utiliza un parámetro de sesgo para estabilizar los estimadores, no obstante, resulta menester ser cautelosos acerca de la interpretación de sus resultados ya que este procedimiento modifica las varianzas y nos lleva a estimaciones sesgadas de los parámetros.

Por otro lado, Maddala [1996] argumenta que una regresión por MCO con una restricción lineal en los parámetros puede ser similar al método Ridge, puesto que el multiplicador de Lagrange para minimizar la suma de cuadrados del error restringida, funciona muy similarmente al parámetro de sesgo de la regresión Ridge.

Sin embargo, dada la naturaleza de la regresión MCO, el valor del multiplicador estará en función de la minimización del error, y no lo escogemos anticipadamente como con una regresión Ridge.

El otro método que se recomienda para lidiar con la multicolinealidad es el de los componentes principales.

En general, este método supone que existen tantas relaciones lineales entre las variables explicativas como el número de estas. Aplicando varias restricciones, cada relación deja una componente principal. Estos componentes remplazarán a cada variable explicativa, ya que no existe una correlación tan fuerte entre éstos, como entre las variables independientes.

Otra especificación un tanto diferente es la de suponer que en la función de producción determinística dada por (1), el término de error es aditivo y que además cumple con las condiciones clásicas, por lo que ahora el método de estimación tiene que ser no lineal ya que no podemos linealizar esta ecuación por medio de logaritmos. Por tanto se utilizó el método de mínimos cuadrados no lineales utilizando el algoritmo de Gauss-Newton.

## Análisis y Discusión de los Resultados.

Como ya se ha mencionado, la regresión Ridge ofrece al investigador la posibilidad de inferir directamente en la obtención de los resultados, gracias al parámetro de sesgo que el mismo investigador puede seleccionar de forma arbitraria.

Por otra parte, el método de los componentes principales es un poco más formal, puesto que excluye la posibilidad de una intervención directa del investigador y basa sus fundamentos de solución de forma más estricta en la teoría estadística.

Es por ello que será más conveniente basarnos en el método más formal, es decir, el de las componentes principales, y de ahí derivar algunas conclusiones.

La ecuación estimada mediante este método, una vez transformados los componentes principales, fue la siguiente:

$$R^2 = 0.9777;$$

$$y_t = 4.8890 + 0.57621 * n_t + 0.34987 * k_t + 0.11581 * g_t \quad (9)$$

$$(0.8039) \quad (0.0312) \quad (0.0137) \quad (0.0257)$$

Mediante este método, todos los coeficientes resultaron sumamente significativos, teniendo valores de p muy aproximados a cero.

Además dichos coeficientes estimados son muy parecidos a los obtenidos con el procedimiento Ridge, así como a los de MCO con coeficientes restringidos y a los de Mínimos Cuadrados no Lineales. Entonces, es relevante notar como distintos procedimientos generan estimaciones muy similares de las elasticidades de los factores de producción.

Asimismo, en cada uno de los métodos estimados, a excepción del no lineal, la suma de los coeficientes es estadísticamente igual a uno, como lo revelan las pruebas efectuadas en el análisis.

Ahora, podemos aplicar el supuesto de que el capital público afecta en forma directa las elasticidades del trabajo y el capital, cuando estas tiene rendimientos constantes a escala. Se recordará que anteriormente se analizó esta cuestión, donde suponíamos que el gasto público por unidad de producto afectaba a las elasticidades de los factores privados. Si usamos los resultados que proporciona el método de los componentes principales, podemos calcular las relaciones (5), (6) y (7). Los resultados son los siguientes:

$$g = \hat{e}_G / (1 - e_G) = 0.131, \quad (10)$$

$$a = \hat{e}_N(1 + g) = 0.652, \quad (11)$$

$$b = \hat{e}_K(1 + g) = 0.396, \quad (12)$$

El factor  $(1+g)$  es la aportación del capital público a las elasticidades del trabajo y del capital, dada los beneficios que se distribuyen entre los factores privados que proporciona el capital público.

Es decir, que según nuestros resultados, la inversión pública aumenta en un 13.1 % las

elasticidades del capital y el trabajo. Si suponemos que los rendimientos del capital público se distribuyen totalmente entre los factores de producción, en términos absolutos, observaríamos que el trabajo es el que se lleva los mayores beneficios (su elasticidad aumenta en 0.076, comparados con los resultados de la regresión de los componentes principales), pero en términos de porcentajes, tanto el capital como el trabajo se llevan lo mismo (el factor  $g$ ).

## Conclusiones.

De acuerdo con nuestros resultados, el capital público es un insumo muy importante en la producción nacional, ya que tiene una elasticidad significativa de alrededor de .11 o .12.

Esto nos hace concluir que el gasto en inversión pública provee de un flujo de servicios a los factores privados que ayuda a incrementar la producción.

El capital público aumenta las elasticidades de los factores mientras supongamos que los beneficios de la inversión pública se distribuyen entre estos. En nuestro caso, se supuso que se distribuyen de forma proporcional, aproximadamente en un 13.1 %.

México es un país intensivo en trabajo. De acuerdo con nuestras estimaciones de las elasticidades del producto con respecto a los factores de producción privados, vemos que la elasticidad más alta es la del trabajo, lo cual nos indica que los mayores aumentos en la producción agregada se dan cuando se incrementa este factor.

Visto de otra manera, una unidad de producto se produce con más unidades de trabajo con relación al capital privado.

A través de esta investigación, podemos darnos cuenta de la importancia que tiene la inversión pública sobre la producción.

Por estas razones, es necesario mantener un nivel

óptimo y eficiente del capital público, así como cuidar su calidad, puesto que esto tiene efectos reales en la economía, no sólo directamente en la producción, sino también sobre los factores privados.

## Bibliografía

Aschauer. David Alan (1989). Is Public Expenditure Productive? *Journal of Monetary Economics*. Vol. 23, No. 2, pp. 177-200.

Barro, Robert (1990). Government Spending in a Simple Models of Economic Growth. *Review of Economics Studies*. Vol. 59, pp. 645-661.

Country Economic Memorandum (México). Banco Mundial. Agosto 31, 1998. Enhancing Factor of Productivity Growth.

Greene, William H. (1997). *Econometric Analysis*. Third Edition. Prentice Hall.

Judge, George G., Carter Hill, William Griffiths, Helmut Lutkepohl y Tsoung-Chao Lee (1988). *Introduction to the Theory and Practice of Econometrics*. Second Edition. John Wiley & Sons, Inc.

Maddala, G. S. (1996). *Introduction to Econometrics*. Second Edition. Prentice Hall.

Munell, Alicia H. (1990). Is there a Shortfall in Public Investment? Conferencia llevada a cabo en junio de 1990, en el Banco de la Reserva Federal de Boston.

Munell, Alicia H. (1990). Why has Productivity Growth Declined? Productivity and Public Investment. *Federal Reserve Bank of Boston, New England Economic Review*. January/February, pp 3-22.

Musgrave, Richard y Peggy Musgrave (1992). *Hacienda Pública. Teórica y Aplicada*. McGraw-Hill. Quinta Edición.

Samuelson, Paul A. (1958). The Pure Theory of Public Expenditure. *Review of Economics and Statics*. November.

Tijerina-Guajardo, José Alfredo (1995). Efecto de la Inversión Pública en las entidades Federativas de México sobre su crecimiento Económico. *Revista Ensayos*. Vol. XIV, No. 1 de mayo, 1995, pp. 57-78.